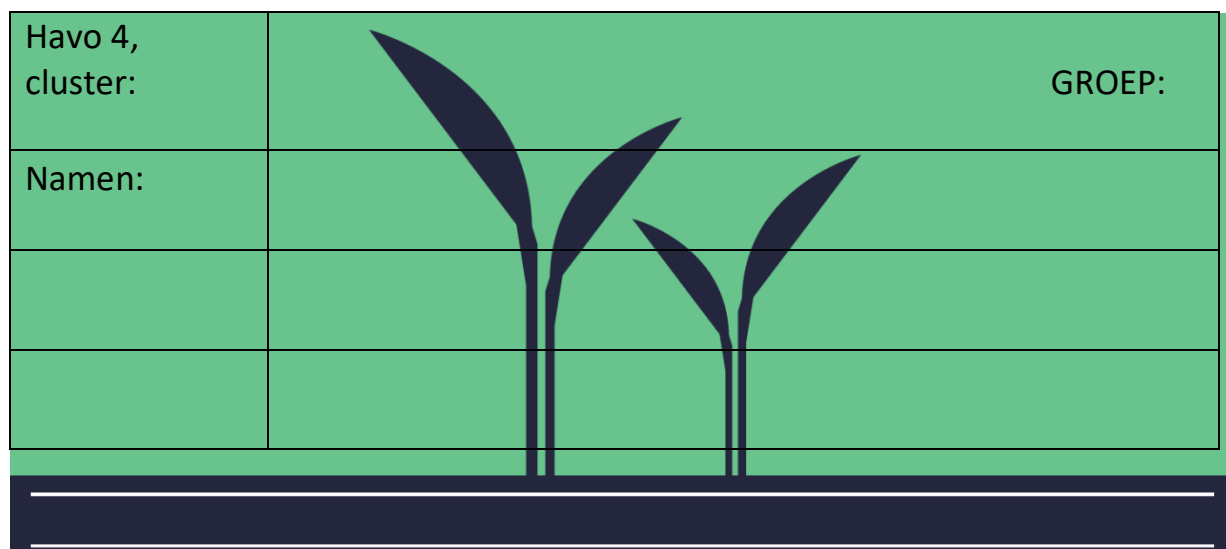


MENDELS TOMATEN PLANTJES

Als je naar de natuur kijkt, zie je veel variatie. Variatie tussen soorten en variatie binnen soorten. Variatie kan van nature ontstaan, maar verschillen kunnen ook door veredeling tot stand komen. In deze lessenserie maak je kennis met de basis van erfelijkheidsleer door net als grondlegger Gregor Mendel naar erfelijke eigenschappen te kijken. Mendel keek onder meer naar erwten, maar jij gaat aan de slag met tomatenplantjes.

Veel plezier gewenst!

Havo 4, cluster:	GROEP:	
Namen:		

The illustration shows three stylized tomato seedlings with dark green stems and leaves, growing out of a dark blue rectangular pot. The background of the pot area is a light green color. The seedlings are arranged in a slightly curved line from left to right, with the tallest one on the left and the shortest on the right.

Zonder planten geen leven op aarde, geen eten, geen zuurstof. Planten werken elke dag heel hard voor ons. Maar hoe kunnen we planten nog slimmer inzetten? De uitdagingen waar we in Nederland en internationaal voor staan zijn groot. De wereldbevolking groeit explosief. Hoe kunnen we al deze mensen gezonde voeding geven en tegelijk werken aan vermindering van bijvoorbeeld broeikasgassen? Meer dan 6.500 medewerkers en 10.000 studenten uit ruim honderd landen werken in ons domein van gezonde voeding en leefomgeving overal ter wereld, zowel voor overheden als voor het bedrijfsleven.

HOOFDSTUK 1: TOMATEN IN KLEUREN EN SOORTEN

Als je om je heen kijkt, zie je veel variatie: je klasgenoten zien er bijvoorbeeld anders uit dan jijzelf. Toch hebben jullie ook veel overeenkomsten met elkaar.



1. Welke verschillen kun je ontdekken tussen de tomaten? Benoem er drie.

I

II

III

De eigenschappen van een organisme, in dit geval van de tomaat, die we kunnen zien, noemen we het fenotype. Hoe een tomaat eruitziet hangt af van twee factoren: aan de ene kant wordt dat bepaald door de genen van de tomaat en aan de andere kant door de omgeving waarin de tomaat groeit.

2. Bedenk twee omgevingsfactoren die invloed kunnen hebben op hoe een tomaat eruitziet.

I

II

Een tomaat heeft ongeveer 35.000 genen. Al die genen bij elkaar maken de tomaat tot wat hij is. Er zijn genen die bepalen wat de kleur is, hoe stevig het velletje is, of hoe sappig de tomaat is.

3. Kun je nog een eigenschap van een tomaat bedenken, waarvoor genen verantwoordelijk zijn?

.....

.....

.....

Bekijk het filmpje “Genen een hoofdrol” van Bio-Bits (tot en met 2 minuut 30):

<http://www.ntr.nl/player?id=4393296>

Hoe eigenschappen worden doorgegeven is vanaf de 18e eeuw steeds duidelijker geworden. Verschillende wetenschappers hebben bijgedragen aan het beeld van erfelijkheid dat wij nu hebben.

4. Geef in onderstaand schema steeds in één zin aan wat de bijdrage van deze wetenschappers is geweest aan het huidige beeld van erfelijkheid.

Wetenschapper	Bijdrage
Charles Darwin
Gregor Mendel
Alexander Fleming
Watson en Crick

Er bestaan vaak heel veel variaties binnen een bepaald kenmerk. Denk maar aan het kenmerk oogkleur: de irissen in je ogen kunnen blauw zijn, maar ook bruin, grijs of groen. Ditzelfde geldt voor kenmerken van tomatenplanten. De ene plant krijgt grotere tomaten dan de andere plant, of heeft een iets andere bladkleur.

5. Hoe worden in de natuur deze variaties in stand gehouden?

.....

.....

6. Een voorbeeld van een variatie in een eigenschap bij de tomatenplant kan de mate zijn waarin ze bestand zijn tegen kou. Leg uit waarom genetische variatie binnen de soort in dit geval handig is.

.....

.....

.....

Coert Engels is tomatenveredelaar. Hij maakt gebruik van de genen van tomaten om tomatenplanten te kweken met de beste eigenschappen. Zelf zegt hij het volgende over zijn werk:

“Als tomatenveredelaar verbeter ik planten door eigenschappen van ouderplanten te combineren in de nakomelingen. Erfelijke eigenschappen van andere rassen of zelfs van wilde tomatenplanten worden toegevoegd aan de bestaande eigenschappen.

Groenteplanten moeten aan vele eisen voldoen; veel opbrengst, sterk tegen ziektes, mooi van kleur en uiterlijk en lekker smaken. En dat resultaat krijg je niet zomaar vanzelf.

Als veredelaar wil ik veel wensen van de tuinder, de supermarkt én de consument in een tomatenras verenigen. Dit doe ik door het maken van kruisingen tussen tomatenplanten, waarbij ik gebruik maak van de wetten van Mendel.”



De komende weken ga je bezig met de wetten van Mendel. Je zult hiermee kennismaken a.d.h.v. theoretische opdrachten alsook een praktische opdracht. De praktische opdracht bestaat uit een practicum waarbij je 50 tomatenzaden zaait. Na ontkieming wordt er gekeken naar de overerving van 2 verschillende eigenschappen (dihybride kruising).

Wat heb je nodig?

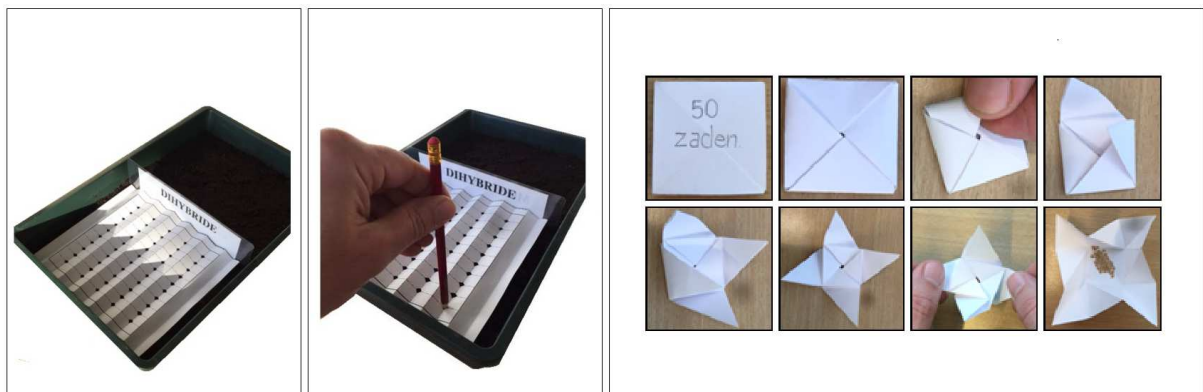
- bak met deksel
- 50 monohybride tomatenzaden
- 50 dihybride tomatenzaden
- potgrond
- zaaisjabloon
- gieter
- plantenspuit
- scheidingswand
- potlood met scherpe punt

Volg de stappen zoals beschreven op de volgende pagina. Na het zaaien houdt je +/- 10 dagen de voortgang en verzorging bij.

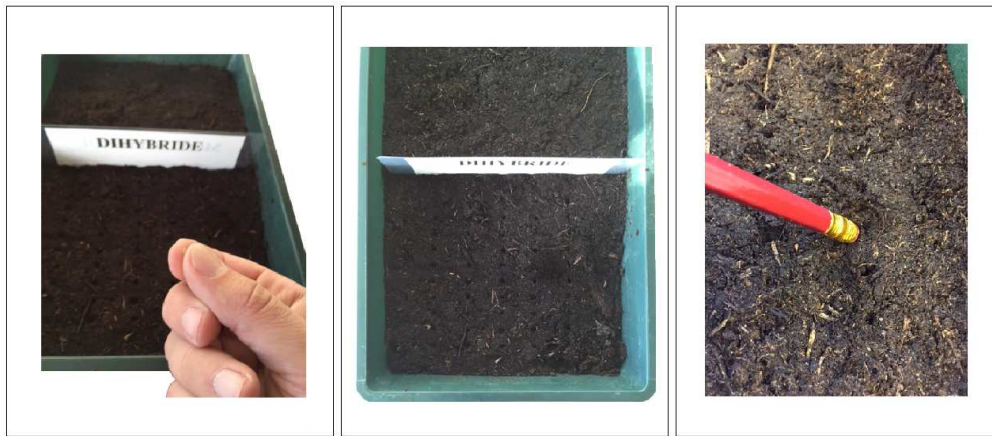
INZAAIEN VAN DE TOMATENZADEN



- Wrijf de grond tussen je handen fijn.
- Verwijder dikke brokstukken (gooi die weg).
- Zorg dat er een laag aarde van minimaal 2 cm in de zaibak zit.
- Kijk of er ook nog onregelmatigheden bovenop liggen (brokjes o.i.d. verwijderen zodat er een glad zaaibed ontstaat).
- Bevochtig de grond met de gieter en meng deze daarna met de hand.
- Druk met het plankje het zaaibed plat.



- Plaats de scheidingswand in het midden van de bak en leg je zaaisjabloon op het zaaibed.
- Maak met een scherpe potloodpunt kleine gaatjes in het zaaibed, dit wordt bewerkstelligd door de punt van de potlood door de openingen van de zaaisjabloon te steken.
- Doe dit zowel voor de monohybride alsook voor de dihybride kant.
- Vouw het zakje met de 50 tomatenzaden voor de monohybride kruising voorzichtig open.



- Breng de zaadjes 1 voor 1 met de hand over in de gaatjes.
- Druk met de gum aan de achterkant van de potlood de gaatjes voorzichtig dicht.
- Herhaal de afgelopen 3 stappen met de 50 tomatenzaden voor de dihybride kruising.
- Plaats de kap op de zaibak.
- Let op of de roosters aan de bovenkant dicht zitten.
- Breng de zaibak naar lokaal 78C (Vraag de T.O.A. waar de zaibak precies moet staan).

Indien de grond uitdroogt gebruik je de plantenspuit om deze weer te bevochtigen.

HOOFDSTUK 2: KIJKEN NAAR ÉÉN ENKEL GEN (MONO – HYBRIDE)

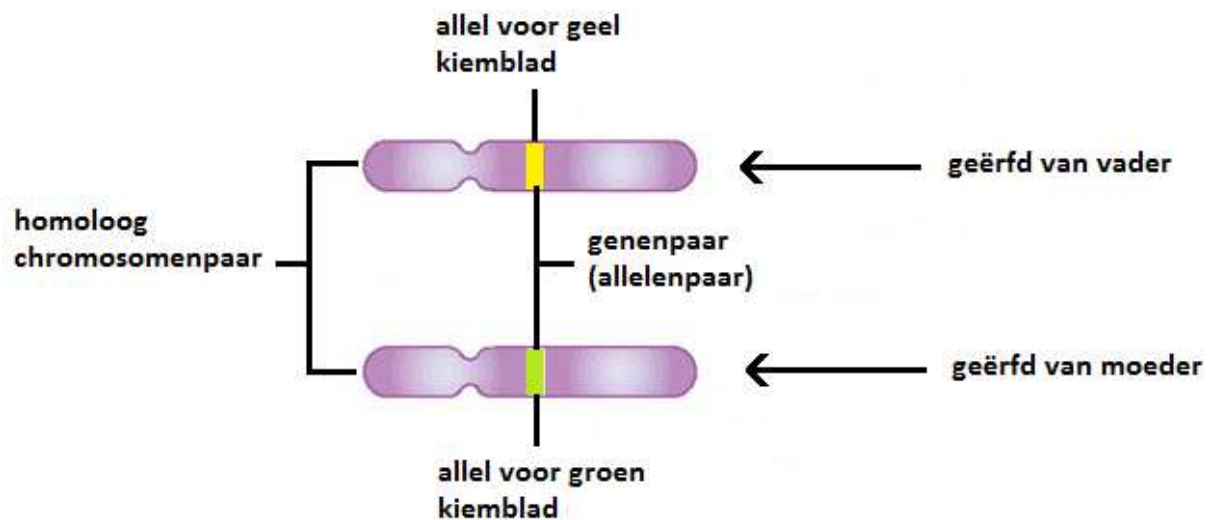
Tomatenveredelaars, zoals Coert Engels, hebben te maken met genetische variaties in eigenschappen. Bij de onderstaande opdrachten kijk je naar de overerving van één erfelijke eigenschap. We noemen dit ook wel een monohybride kruising. Bij deze opdrachten zijn de volgende begrippen van belang:

Fenotype:

Uiterlijke verschijningsvorm bepaald door het genotype en invloed van milieugerelateerde omstandigheden (fenotype = genotype + milieu)

Genotype:

De erfelijke eigenschappen (zichtbaar of onzichtbaar) van het individu die zijn geërfd van beide ouders.



Een organisme is **homozygoot** voor een bepaalde eigenschap als hij twee dezelfde allelen daarvoor heeft. **GG of gg**

Een organisme is **heterozygoot** voor een bepaalde eigenschap als hij twee verschillende allelen daarvoor heeft. **Gg**

GG = Homozygoot dominant

gg = Homozygoot recessief

Gg = Heterozygoot

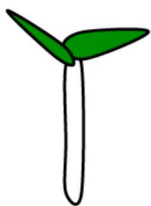
De eigenschap waarnaar je gaat kijken, is de kleur van de kiembladeren. Bekijk je bak met plantjes. Je ziet kiemplantjes met twee kiemblaadjes, ook wel zaadlobben genoemd. Kijk goed naar de bladkleur van je plantjes. Je zult zien dat een aantal plantjes een groen kiemblad hebben en een aantal plantjes een geel kiemblad.



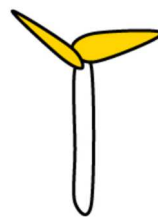
1. Welke kleur kiemblad komt het meest voor in de bak met zaailingen?

In de meeste gevallen is het fenotype dat het meeste voorkomt, ook het dominante fenotype. De kleur van de blaadjes wordt bepaald door één enkel gen. De dominante vorm noemen we G en de recessieve vorm g.

2. Geef bij de afbeeldingen van fenotypen hieronder aan welk(e) genotype(n) erbij hoort of horen. Je kunt kiezen uit: GG, Gg en gg.



=



=

3. De tomatenzaadjes die je hebt geplant, zijn het resultaat van een kruising tussen planten die beide heterozygoot zijn voor bladkleur. Vul het kruisingsschema hieronder in voor deze kruising. Laat op die manier zien hoe de resultaten van de kruising tussen twee heterozygote plantjes eruitziet.

..... X	Allel	Allel
Allel .....	.....	.....
Allel .....	.....	.....

Kruisingsschema 1: monohybride kruising 8

4. Welke verhouding tussen de fenotypen zie je in de bak zaailingen? Vul in:

Totaal aantal plantjes

Aantal plantjes met groene blaadjes

Aantal plantjes met gele blaadjes

Verhouding groen:geel

5. Welke verhouding tussen de fenotypen zou je op basis van het kruisingsschema verwachten te vinden in de bak zaailingen? Licht je antwoord toe.

.....

.....

.....

.....



Theoretische opdracht:

Er worden 2 tomatenplanten gekruist waarvan de ene plant groene kiembladeren heeft en de andere plant gele kiembladeren. Alle nakomelingen hebben groene kiembladeren. Vul het kruisingsschema hieronder in voor deze kruising.

..... X	Allel	Allel
Allel .....	.....	.....
Allel .....	.....	.....

Er worden 2 tomatenplanten gekruist waarvan de ene plant groene kiembladeren heeft en de andere plant gele kiembladeren. Er zijn zowel groene als gele nakomelingen. Vul het kruisingsschema hieronder in voor deze kruising.

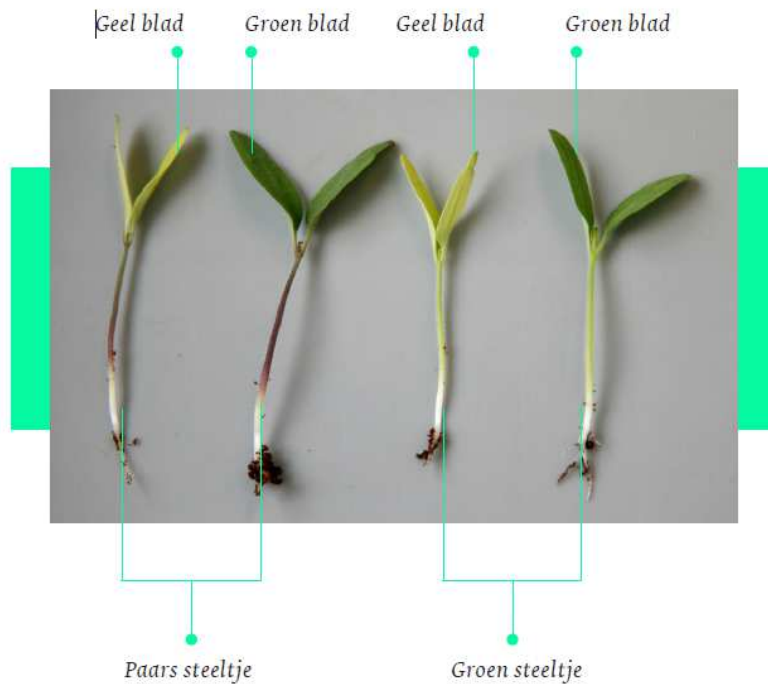
..... X	Allel	Allel
Allel .....	.....	.....
Allel .....	.....	.....

HOOFDSTUK 3: KIJKEN NAAR TWEE EIGENSCHAPPEN (DI - HYBRIDE)

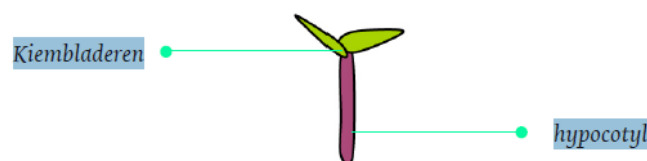
Bij het veredelen van planten wordt vaak naar meer dan één erfelijke eigenschap gekeken. Coert Engels wil planten kweken die een hoge tomatenopbrengst hebben, sterk zijn tegen ziektes, mooi zijn van kleur

en ook nog lekker smaken. Dat zijn heel wat eigenschappen om rekening mee te houden. Net als Coert Engels ga je naar meerdere eigenschappen van tomatenplantjes kijken. Als je naar de overerving van twee verschillende eigenschappen kijkt, noem je dat een dihybride kruising.

De eigenschappen die je gaat bekijken, zijn de kleur van het kiemblad en de kleur van het steeltje. De kleur van het kiemblad kan geel of groen zijn, zoals je bij de monohybride kruising ook al hebt gezien. De kleur van het steeltje kan paars of groen zijn. Onderstaande afbeelding laat de vier voorkomende varianten zien.



De kleur van de kiembladjes (zaadlobben) en de kleur van de steeltjes (hypocotylen) worden elk gecodeerd door één enkel gen. De allelen voor zaadlobkleur noemen we G en g, die voor hypocotylkleur noemen we H en h. Beantwoord onderstaande vragen met behulp van de door jou gevonden variaties in eigenschappen.



1. Welk fenotype zaadlobkleur is recessief? Schrijf erbij welk(e) genotype(n) zorgt of zorgen voor deze kleur.

.....

2. Welk fenotype hypocotylkleur is dominant? Welk(e) genotype(n) zorgt of zorgen voor deze kleur?

.....

De zaailingen zijn het resultaat van een kruising tussen planten die allebei heterozygoot zijn voor beide eigenschappen.

3. Wat is het genotype van de twee planten van generatie P, de ouders?

.....

4. Hieronder staan twee kruisingsschema's. Vul het bovenste schema in voor de kruising van de ouderplanten (P). Vul in het onderste schema de fenotypen in.

..... X	GH	Gh	.....	.....
GH	GGHH	GGHh	.....	.....
.....
.....
.....

Kruisingsschema 2: genotype van heterozygote kruising

..... X	GH	Gh	.....	.....
GH	Groene zaadlobben, paarse hypocotyl	Groene zaadlobben, paarse hypocotyl	.....	.....
.....
.....
.....

Kruisingsschema 3: fenotype van heterozygote kruising

5. Bekijk de bak met zaailingen. Tel hoeveel plantjes groene of gele zaadlobben hebben, en hoeveel plantjes een groen of paars steeltje hebben. Vul dat hieronder in.

Totaal aantal plantjes

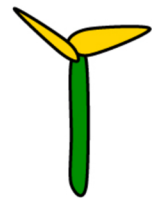
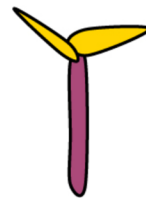
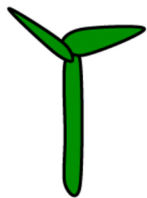
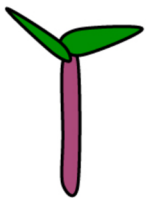
Aantal plantjes met groene zaadlobben en paars hypocotyl

Aantal plantjes met groene zaadlobben en groen hypocotyl

Aantal plantjes met gele zaadlobben en paars hypocotyl

Aantal plantjes met gele zaadlobben en groen hypocotyl

6. In welke verhouding staan de vier genotypen tot elkaar? Vul dat als volgt in:



..... : : :

7. Welke verhouding zou je verwachten te vinden in de bak zaailingen, naar aanleiding van het kruisingsschema? Licht je antwoord toe.

.....

.....

.....

8. Waardoor zou er een verschil kunnen ontstaan, denk je?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



HOOFDSTUK 4: GEKOPPELDE EIGENSCHAPPEN

Eigenschappen van organismen worden bepaald door genenparen op de chromosomen. Wanneer we kijken naar meerdere eigenschappen, dan kunnen deze op verschillende of op dezelfde chromosomen liggen. Allelen van verschillende eigenschappen die op hetzelfde chromosoom liggen, erven gezamenlijk over. We spreken in dit geval van gekoppelde overerving. De nakomelingen hebben bij gekoppelde overerving dus steeds een vaste combinatie van eigenschappen.

In de opgaven over dihybride kruisingen zijn we er vanuit gegaan dat de eigenschappen 'kleur van de kiemblaadjes' en 'kleur van het steeltje' op verschillende chromosomen lagen en dus onafhankelijk van elkaar overerfden. Je gaat nu onderzoeken of deze aanname juist was.

1. Verwacht je een verschil in fenotypeverhouding bij eigenschappen die gekoppeld overerven ten opzichte van eigenschappen die onafhankelijk overerven? Leg je antwoord uit.

.....

2. Verwacht je een verschil in genotypeverhouding bij eigenschappen die gekoppeld overerven ten opzichte van eigenschappen die onafhankelijk overerven? Leg je antwoord uit.

.....

3. Als 'groene kiemblaadjes' en 'paars steeltje' gekoppeld zouden overerven, wat zouden dan de verschillende fenotypen zijn die je in de bak met zaailingen kan aantreffen?

.....

.....

4. Als je uitgaat van de fenotypen die je bij vraag 3 hebt opgeschreven, wat zijn dan de genotypen die bij de zaailingen kunnen voorkomen bij gekoppelde overerving?

.....

5. Vul onderstaand kruisingsschema in, waarbij je er vanuit gaat dat de kleur van de kiemblaadjes en de kleur van het steeltje gekoppeld overerven. Gebruik het genotype van de ouders dat je ook in kruisingsschema 2 hebt ingevuld.

..... X .....	.....	.....
.....
.....

6. Welke genotypeverhouding komt uit kruisingsschema 4 naar voren?

.....

7. Waar ben je deze verhouding eerder tegengekomen? Leg uit waardoor je bij beide kruisingen op dezelfde genotypeverhouding uitkomt.

.....

8. Verwacht je dat de eigenschappen 'kleur van de kiemblaadjes' en 'kleur van het steeltje' gekoppeld of onafhankelijk overerven? Licht je antwoord toe.

.....

.....

Aan het einde van dit practicum moet je het volgende inleveren:

Dit boekje

Verkort verslag van de resultaten, verklaring van de resultaten en de conclusie.